



Walzen von Kugelgewinden

In der Lineartechnik stellen Kugelgewinde eine der wichtigsten funktionalen Geometrien dar. Neben der geringen Reibung im Gewindetrieb, den hohen möglichen Lineargeschwindigkeiten und den auf die Größe bezogen hohen aufnehmbaren Lasten ist vor allem die Positioniergenauigkeit in Verbindung mit der Vorspannung ein Hauptkriterium für die Nutzung.

Allgemein

Kugelgewinde, auch Kugelumlaufspindeln genannt, dienen der Umwandlung einer rotatorischen in eine lineare Bewegung. Vorteile sind dabei die gegenüber anderen Spindeltypen verringerte Reibung, gutes Verschleiß- und Geräuschverhalten und geringes Spiel, bzw. Spielfreiheit.

Diese Vorteile führen dazu, dass Kugelgewinde heute die Elemente der Wahl in der Lineartechnik, der Automatisierung und Robotik sind und auch immer stärker in das Automobil Einzug halten.

Kugelgewinde werden hinsichtlich der Genauigkeit unterteilt in Ct Transport- und Cp Positioniergewinde. Generell kann jedoch gesagt werden, dass die Steigungsgenauigkeit auf eine Bezugsweglänge von 300mm gemessen wird. Je genauer das Kugelgewinde, desto kleiner ist die Abweichung von der Sollsteigung.

Tab. 1: Toleranzklassen nach DIN ISO 3408

Nutzweg l_u [mm]		Toleranz für den Sollweg e_p [µm]					
		Toleranzklassen					
>	≤	0	1	3	5	7	10
0	315	4	6	12	23	52	210

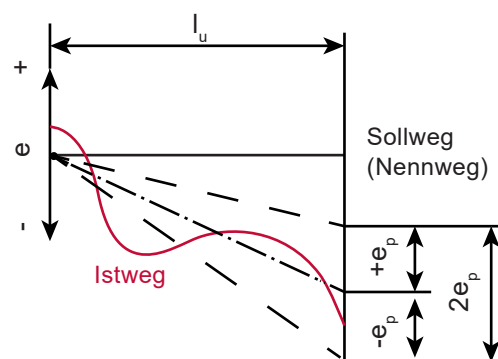
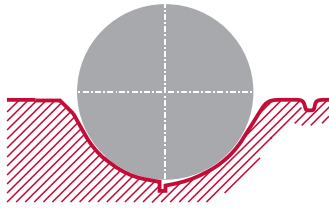


Abb. 1: Definition Wegabweichung nach DIN ISO 3408

- l_u Nutzweg
- e_p Grenzabmaß(e) des Sollweges
(halbe Differenz zwischen dem max. und min. Wert des erlaubten mittleren Istweges $2e_p$)

Bewährte Technik sind gerollte Kugelgewinde mit einer Genauigkeitsklasse 7 und 10. Erst moderne CNC-gesteuerte Walzmaschinen erlauben die Herstellung von Kugelgewinden mit einer Genauigkeit nach Toleranzklasse 5 und bei sehr homogenem Werkstoff nach Klasse 3.



Geschliffenes Kugelgewinde	Gerolltes Kugelgewinde
<ul style="list-style-type: none"> durchgängiger Da Fasenübergang Nut im Gewindegrund induktiv tiefengehärtet 	<ul style="list-style-type: none"> Schließfalte zwischen Gängen Radienübergang natürliches gotisches Profil konturnah gehärtet

Abb. 2: Vergleich geschliffenes / gewalztes Kugelgewinde

Prozess

Maßgeblich verantwortlich für die Qualität beim Walzen von Kugelgewinden ist das radiale Anwalzen in Verbindung mit speziellen TDU Werkzeugen. Durch das radiale Anwalzen mit stehenden Werkzeugen wird die Geradheit beim Einzug des Bauteils und die symmetrische Abstützung sichergestellt. Gleichzeitig wird der Reibschluss erzeugt, der dem sogenannten Slip-Stick Effekt vorbeugt.

Das Walzen selbst erfolgt dabei mit TDU Werkzeugen. Diese Werkzeuge sind bereits mit einem Steigungswinkel und dem Zielprofil geschliffen. Dies dient dazu den Schwenkwinkel exakt einzustellen, um auf eine gewünschte Anzahl an Überrollungen im Durchlaufprozess in Abhängigkeit von der Werkzeugbreite zu kommen. Erst über dieses Verfahren ist die gezielte und hochgenaue Kalibrierung des Kugelgewindeprofils möglich.

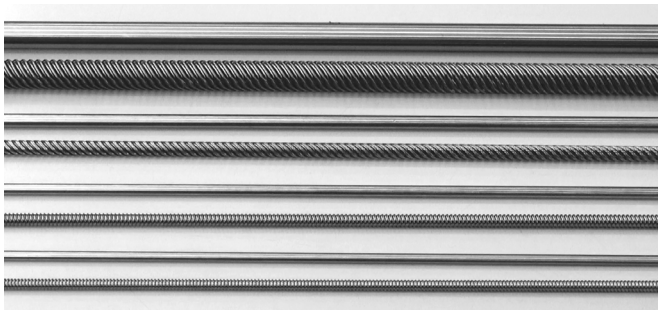


Abb. 3: Kugelgewinde vor und nach dem Walzen

Weiterhin wird ein über die gesamte Länge stabiles „Maß über Draht“ gefordert. Dies wird vor allem mit modernen NC-gesteuerten Anlagen realisiert. Diese haben Achsen, die über die Zustellung Mikrometer genau geregelt werden und mit modernster Software auch auf härtebedingte Schwankungen reagieren.



Abb. 4: Profilwalzmaschine 2-PR 30 HP

Härtevorhaltung

Kugelgewinde werden nach der Weichbearbeitung induktiv gehärtet. Dieses Härteverfahren bewirkt die Gefügeumwandlung im Stahl. Es entsteht sehr hartes, martensitisches Gefüge an der Oberfläche, das die Verschleißfestigkeit mit sich bringt. Gleichzeitig kommt es jedoch auch zu Maßänderungen, die sich je nach Homogenität wiederholbar abbilden lassen.

Beispielhaft verzieht sich eine Kugelgewindespindel mit Durchmesser $\varnothing 30\text{mm}$ und Steigung 5mm um ca. $+30\mu\text{m}$ im Durchmesser und $-10\mu\text{m}$ in der Einzelsteigung. Dieser Verzug muss beim Walzen bereits vorgehalten werden. Gleichzeitig sind die Anforderungen an die Profildgenauigkeit jedoch so hoch, dass das Werkzeug im Profil von vornherein auf diese Härtevorhaltung eingestellt werden muss.

Man walzt „falsch“ im Weichen, um im gehärteten Zustand ein perfektes Produkt zu erhalten.

Erst dieses Know-how ermöglicht es Kugelgewinde in hoher Qualität zu fertigen. Ein finaler Schleifprozess findet nicht statt. Lediglich eine Oberflächenreinigung wird benötigt, um die hervorragende Oberflächenqualität von Rückständen aus dem Härteprozess zu befreien.

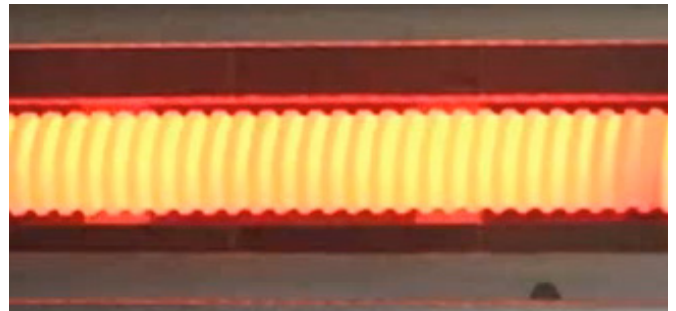


Abb. 5: Wärmebehandlung der gewalzten Kugelgewinde

Zusammenfassung

Kugelgewinde lassen sich prozesssicher auch in Qualität C5, bei erstklassigem Material auch bis C3, herstellen. Hochpräzise Werkzeuge in Verbindung mit einem intelligenten Walzprozess auf einer mechanisch und thermisch widerstandsfähigen Maschine garantieren eine ökonomische Herstellung dieser unverzichtbaren Elemente der Lineartechnik.

Gern beraten wir Sie bei der technischen und organisatorischen Umsetzung Ihres Kugelgewindeprojekts. Angefangen bei der Materialauswahl mit namhaften Lieferanten, der konstruktiven Auslegung von gewalzten Kugelgewinden, der Herstellung von Werkzeugen die optimal gemittelt sind zwischen geringen Ein- und Ausläufen und großem Kalibrierbereich, über das Walzen selbst, bis hin zur Wärmebehandlung mit Anlassen bei namhaften Partnern. Sogar das Finishen, also das Entfernen der härtebedingten verzünderten Randschicht, kann optimiert und minimiert werden. Abgerundet wird das Portfolio durch eine eigens entwickelte Messsoftware für die ZEISS CMM zur Auswertung und Visualisierung der Ergebnisse.



Profiroll Technologies GmbH
PEE-WEE-Str. 1
04849 Bad Dübren
Germany

Tel.: +49 34243 74-0
Fax: +49 34243 22159
E-Mail: profiroll@profiroll.de
Web: www.profiroll.de